



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102797572 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 28

(21) 申请号 201210305696. X

(22) 申请日 2012. 08. 26

(71) 申请人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街 2699 号

(72) 发明人 刘忠长 孙士杰 韩永强 田径 王忠恕 罗涛 崔广超

(74) 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任公司 22201

代理人 邵铭康 朱世林

(51) Int. Cl.

F02D 21/08 (2006. 01)

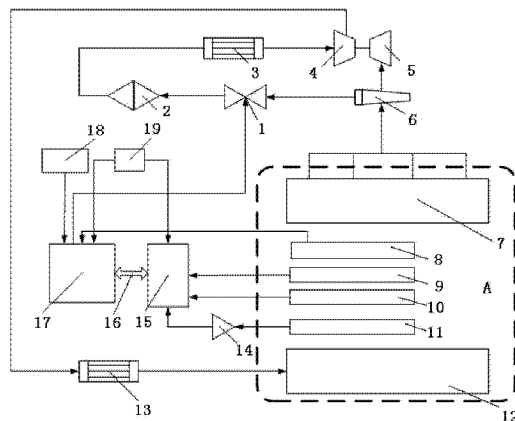
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

瞬态工况下的柴油机燃烧控制系统和方法

(57) 摘要

瞬态工况下的柴油机燃烧控制系统和方法属发动机反馈控制技术领域,在瞬态工况下 CA50 对 EGR 率敏感,因此在瞬态工况下利用闭环控制系统调节 EGR 率可以较精确地控制 CA50。本发明利用 CA50 解析单元采集缸压信号、凸轮轴位置信号、曲轴位置信号,通过计算得到实时 CA50,通过 CAN 总线传送给 EGR 电控单元, EGR 电控单元采集发动机转速信号和油门踏板位置信号,判断发动机工况,通过 2 维 MAP 查询该工况下的目标 CA50,将实时 CA50 与目标 CA50 进行比较,根据二者之间的差值,利用 PI 控制器进行脉宽调制 (PWM),然后向驱动电路发出驱动信号,调节电控 EGR 阀开度,使  $\Delta$  CA50 减小,改善燃烧品质,最终达到提高发动机的经济性、改善排放的目的,本发明适合各种柴油机,尤其是大功率的车用柴油机。



1. 一种瞬态工况下柴油机燃烧控制系统,其特征在于由电控EGR阀(1)、过滤器(2)、冷却器(3)、压气机(4)、涡轮机(5)、三通(6)、发动机排气总管(7)、发动机转速传感器(8)、凸轮轴位置传感器(9)、曲轴位置传感器(10)、缸压传感器(11)、发动机进气总管(12)、冷却器(13)、电荷放大器(14)、CA50解析单元(15)、CAN总线(16)、EGR电控单元(17)、油门踏板位置传感器(18)和起动开关(19)组成,其中凸轮轴位置传感器(9)和曲轴位置传感器(10)与CA50解析单元(15)连接;发动机转速传感器(8)和油门踏板位置传感器(18)与EGR电控单元(17)连接;缸压传感器(11)经电荷放大器(14)与CA50解析单元(15)连接;起动开关(19)一端与CA50解析单元(15)连接,起动开关(19)另一端与EGR电控单元(17)连接;CA50解析单元(15)和EGR电控单元(17)由CAN总线(16)连接;三通(6)的入口与发动机排气总管(7)连接,三通(6)的一出口与涡轮机(5)连接,三通(6)的另一出口与电控EGR阀(1)入口连接;电控EGR阀(1)出口经过滤器(2)和冷却器(3)与压气机(4)的入口连接;压气机(4)的出口经冷却器(13)与发动机进气总管(12)连接。

2. 按权利要求1所述的瞬态工况下柴油机燃烧控制系统,其特征在于所述的CA50解析单元(15)中蓄电池I(20)经电源电路I(21)向单片机I(22)供电,曲轴、凸轮轴转角信号(24)和缸压信号(25)经信号处理电路I(23)向单片机I(22)传输。

3. 按权利要求1所述的瞬态工况下柴油机燃烧控制系统,其特征在于所述的EGR电控单元(17)中蓄电池II(26)经电源电路II(27)分别向单片机II(29)和电控EGR阀驱动电路(28)供电,电控EGR阀(1)由电控EGR阀驱动电路(28)控制;油门踏板位置信号(31)和发动机转速信号(32)经信号处理电路II(30)向单片机II(29)传输。

4. 一种瞬态工况下柴油机燃烧控制方法,其特征在于包括下列步骤:

1) 采集凸轮轴位置传感器(9)、曲轴位置传感器(10)和缸压传感器(11)的信号,传送给CA50解析单元(15);

2) CA50解析单元(15)根据所得凸轮轴位置、曲轴位置和缸压参数计算得到实时CA50;

3) 实时CA50通过CAN总线(16)传送给EGR电控单元(17);

4) 采集发动机转速传感器(8)和油门踏板位置传感器(17)信号,判断发动机工况;

5) 以发动机转速和油门踏板位置作为输入参数,查询2维MAP得到该工况下的目标CA50;

6) 将实时CA50与目标CA50进行比较;

7) 用PI控制器计算驱动电控EGR阀(1)需要的脉宽调制信号值,输出给电控EGR阀驱动电路。

## 瞬态工况下的柴油机燃烧控制系统和方法

### 技术领域

[0001] 本发明属发动机反馈控制技术领域,具体涉及一种瞬态工况下的柴油机燃烧控制系统和方法。

### 背景技术

[0002] 随着石油资源的紧缺和环境问题的凸显,对柴油机的燃烧品质提出了更高的要求。提高发动机燃烧品质,可以提高燃料利用率,也提高了机内净化程度降低排放以减少后处理器的压力。

[0003] CA50 是 50%燃烧质量所对应的曲轴转角,是表征发动机燃烧过程的重要参数,反映着发动机工作过程的经济性。 $\Delta$  CA50(各循环间 CA50 的变动)增大,发动机排放烟度恶化,经济性变差。燃烧过程中控制 $\Delta$  CA50,使其越小,与获得较高的热效率,提高燃油经济性,降低烟度的排放是相一致的。

[0004] EGR 技术已经成为车用柴油机降低 NO<sub>x</sub> 排放以及控制燃烧速度和燃烧相位的重要手段之一。在稳态工况下 EGR 率对 CA50 影响有限,但是在瞬变过程中,CA50 随 EGR 变化率变化明显,因此可以通过控制瞬态工况下的 EGR 率达到控制 $\Delta$  CA50 的目的。

### 发明内容

[0005] 本发明解决的问题是:在瞬变工况下,提供一种闭环反馈控制系统,以 CA50 作为反馈参数,通过控制 EGR 率控制 CA50,达到减小 $\Delta$  CA50,改善烟度排放和提高经济性的目的。

[0006] 本发明采用的技术方案是:建立不同工况下的目标 CA50 脉谱,由 CA50 解析单元实时计算 CA50,与目标 CA50 进行比较。根据两者之间的差值,由 EGR 电控单元向电控 EGR 阀发送驱动信号,将电控 EGR 阀调节到合适的位置。

[0007] 本发明由电控 EGR 阀 1、过滤器 2、冷却器 3、压气机 4、涡轮机 5、三通 6、发动机排气总管 7、发动机转速传感器 8、凸轮轴位置传感器 9、曲轴位置传感器 10、缸压传感器 11、发动机进气总管 12、冷却器 13、电荷放大器 14、CA50 解析单元 15、CAN 总线 16、EGR 电控单元 17、油门踏板位置传感器 18 和起动开关 19 组成,其中凸轮轴位置传感器 9 和曲轴位置传感器 10 与 CA50 解析单元 15 连接;发动机转速传感器 8 和油门踏板位置传感器 18 与 EGR 电控单元 17 连接;缸压传感器 11 经电荷放大器 14 与 CA50 解析单元 15 连接;起动开关 19 一端与 CA50 解析单元 15 连接,起动开关 19 另一端与 EGR 电控单元 17 连接;CA50 解析单元 15 和 EGR 电控单元 17 由 CAN 总线 16 连接;三通 6 的入口与发动机排气总管 7 连接,三通 6 的一出口与涡轮机 5 连接,三通 6 的另一出口与电控 EGR 阀 1 入口连接;电控 EGR 阀 1 出口经过过滤器 2 和冷却器 3 与压气机 4 的入口连接;压气机 4 的出口经冷却器 13 与发动机进气总管 12 连接。

[0008] 所述的 CA50 解析单元 15 中蓄电池 I 20 经电源电路 I 21 向单片机 I 22 供电,曲轴、凸轮轴转角信号 24 和缸压信号 25 经信号处理电路 I 23 向单片机 I 22 传输。

[0009] 所述的 EGR 电控单元 17 中蓄电池 II 26 经电源电路 II 27 分别向单片机 II 29 和电控 EGR 阀驱动电路 28 供电,电控 EGR 阀 1 由电控 EGR 阀驱动电路 28 控制;油门踏板位置信号 31 和发动机转速信号 32 经信号处理电路 II 30 向单片机 II 29 传输。

[0010] 一种瞬态工况下柴油机燃烧控制方法包括下列步骤:

[0011] 1. 采集凸轮轴位置传感器 9、曲轴位置传感器 10 和缸压传感器 11 的信号,传送给 CA50 解析单元 15;

[0012] 2. CA50 解析单元 15 根据所得凸轮轴位置、曲轴位置和缸压参数计算得到实时 CA50;

[0013] 3. 实时 CA50 通过 CAN 总线 16 传送给 EGR 电控单元 17;

[0014] 4. 采集发动机转速传感器 8 和油门踏板位置传感器 17 信号,判断发动机工况;

[0015] 5. 以发动机转速和油门踏板位置作为输入参数,查询 2 维 MAP 得到该工况下的目标 CA50;

[0016] 6. 将实时 CA50 与目标 CA50 进行比较;

[0017] 7. 用 PI 控制器计算驱动电控 EGR 阀 1 需要的脉宽调制 (PWM) 信号值,输出给电控 EGR 阀驱动电路。

[0018] 发动机 A 通过曲轴位置传感器 10 得到曲轴位置信号,通过凸轮轴位置传感器 9 得到凸轮轴位置信号,将它们传递给 CA50 解析单元 15;凸轮轴位置信号用于判断发动机是处于压缩上止点还是处于排气上止点;缸压传感器 11 测取缸压信号 25 通过电荷放大器 14 放大后,传送到 CA50 解析单元 15;CA50 解析单元 15 对接收到的信号进行分析处理后,计算实时 CA50;CA50 解析单元 15 将计算出的实时 CA50 通过 CAN 总线 16 传递给 EGR 电控单元 17;EGR 电控单元 17 将接收到的实时 CA50 与当前工况目标 CA50 对比,利用 PI 控制器计算驱动电控 EGR 阀 1 的脉宽调制 (PWM) 的值,输出给电控 EGR 阀驱动电路 28。调节电控 EGR 阀 1 开度。发动机废气从发动机排气总管 7 出来后经三通 6,一部分带动涡轮增压器 5 做功;一部分经电控 EGR 阀 1 进入到发动机进气总管 12,改变燃料成分,从而实现燃烧控制。

[0019] CA50 解析单元 15 中电源电路 I 21 负责为整个 CA50 解析单元 15 供电;信号处理电路 I 23 负责对缸压传感器 11 输出的缸压信号 25 进行处理,滤去可能出现的高频噪声,并解决缸压传感器 11 常见的零点漂移问题;同时信号处理电路 I 23 会对曲轴、凸轮轴位置信号 24 进行处理;信号处理电路 I 23 的输出端与单片机 I 22 的信号输入端连接,单片机 I 22 根据所得信号计算实时 CA50。CA50 解析单元 15 与 EGR 电控单元 17 的通信由 CAN 总线 16 实现,通信电路一端与 CA50 解析单元 15 的单片机 I 22 的 CAN 接口连接,另一端与 EGR 控制单元 17 的单片机 I 22 的 CAN 接口连接。

[0020] EGR 电控单元 17 中电源电路 II 27 负责为整个 EGR 电控单元 17 供电;单片机 II 29 接收 CAN 总线 16 传输过来的实时 CA50 数据,单片机 II 29 将接收到的实时 CA50 与当前工况目标 CA50 对比,利用 PI 控制器计算驱动电控 EGR 阀的脉宽调制 (PWM) 的值,输出给电控 EGR 阀驱动电路 28;电控 EGR 阀驱动电路 28 的输入端与单片机 II 29 的脉宽调制 (PWM) 输出端连接,电控 EGR 阀驱动电路 28 的输出端与电控 EGR 阀 1 连接。

[0021] 本发明的工作原理如下:

[0022] 发动机工作时 CA50 解析单元 15 采集曲轴凸轮轴位置信号 24、各缸缸压信号 25,CA50 解析单元 15 的单片机 I 22 根据采集到的信号进行计算得到实时 CA50;通过 CAN 总线

16 将实时 CA50 传送给 EGR 电控单元 17 ;EGR 电控单元 17 采集油门踏板位置信号 31、发动机转速信号 32,计算出驱动信号传递给电控 EGR 阀驱动电路 28,控制电控 EGR 阀 1 开度。

[0023] 本发明的工作过程如下:在车用柴油机开始工作时,起动开关 19 接通,CA50 解析单元 15 上电,CA50 解析单元 15 开始工作。首先,控制程序开始初始化操作,设定有关寄存器的值,将相关的参数读入 RAM 中。随后,控制程序进行开中断操作,打开以 10 毫秒为周期的主循环控制程序。之后主循环控制程序判断 10 毫秒时间周期是否到达,如果没有,继续等待,如果到达,则进入传感器信号采集模块。传感器信号采集模块采集缸压信号 25,曲轴、凸轮轴位置信号 24,信号处理电路 I 23 对其进行处理,然后存入 RAM 中。之后主程序进入 CA50 计算模块,根据所得参数计算出实时 CA50。计算得到的实时 CA50 通过通信电路发送到 CAN 总线 16 上。

[0024] 起动开关 19 接通后,EGR 电控单元 17 上电,EGR 电控单元 17 开始工作。首先,控制程序开始初始化操作,设定有关寄存器的值,将相关控制参数读入 RAM 中。随后控制程序进行开中断操作,打开以 10 秒为周期的主循环控制程序。之后主循环控制程序判断 10 毫秒时间周期是否达到,如果没有,继续等待,如果到达,则进入传感器信号采集模块。传感器信号采集模块采集发动机转速信号 32、油门踏板位置信号 31。信号处理电路 II 30 对其进行处理之后存入 RAM 中。之后主程序进入 EGR 率控制模块,按照上述的工作原理的要求,计算驱动信号值,输出给电控 EGR 阀 1。

[0025] 本发明与现有技术相比具有以下优点和有益效果:

[0026] 1. 利用闭环控制系统控制柴油机的燃烧,可以减少由于发动机制造和装配上的差异对发动机的性能造成的影响。

[0027] 2. CA50 对发动机的经济性和排放有很大的影响,以  $\Delta$  CA50 作为控制目标可以有效地改善发动机的排放和经济性。

[0028] 3. 在瞬态工况下 EGR 率对 CA50 影响较大,以 EGR 率为控制手段,可以有效地控制  $\Delta$  CA50,改善发动机的经济性和排放。

[0029] 4. 用 CAN 总线实现电控系统之间数据的实时传输,可提高数据传输的速度和可靠性

[0030] 5. 本发明适合各种柴油机,尤其是大功率的车用柴油机。

## 附图说明

[0031] 图 1 是瞬态工况下的柴油机燃烧控制系统的结构示意图

[0032] 图 2 是 CA50 解析单元结构示意图

[0033] 图 3 是 EGR 电控单元结构示意图

[0034] 图 4 是程序总体流程图

[0035] 其中:A. 发动机 1. 电控 EGR 阀 2. 过滤器 3. 冷却器 I 4. 压气机 5. 涡轮机 6. 三通 7. 发动机排气总管 8. 发动机转速传感器 9. 凸轮轴位置传感器 10. 曲轴位置传感器 11. 缸压传感器 12. 发动机进气总管 13. 冷却器 II 14. 电荷放大器 15. CA50 解析单元 16. CAN 总线 17. EGR 电控单元 18. 油门踏板位置传感器 19. 起动开关 20. 蓄电池 I 21. 电源电路 I 22. 单片机 I 23. 信号处理电路 I 24. 曲轴、凸轮轴位置信号 25. 缸压信号 26. 蓄电池 II 27. 电源电路 II 28. 电控 EGR 阀驱动电路 29. 单片机 II 30. 信号处理电路 II 31. 油门踏板位置

信号 32. 发动机转速信号

### 具体实施方式

[0036] 下面结合附图对本发明进行进一步说明。

[0037] 本发明的一种柴油机瞬态工况下燃烧控制系统,其连接如图 1 所示,它由电控 EGR 阀 1、过滤器 2、冷却器 I 3、压气机 4、涡轮机 5、三通 6、发动机排气总管 7、发动机转速传感器 8、凸轮轴位置传感器 9、曲轴位置传感器 10、缸压传感器 11、发动机进气总管 12、冷却器 II 13、电荷放大器 14、CA50 解析单元 15、CAN 总线 16、EGR 电控单元 17、油门踏板位置传感器 18 和起动开关 19 组成,其中凸轮轴位置传感器 9 和曲轴位置传感器 10 与 CA50 解析单元 15 连接;发动机转速传感器 8 和油门踏板位置传感器 18 与 EGR 电控单元 17 连接;缸压传感器 11 经电荷放大器 14 与 CA50 解析单元 15 连接;起动开关 19 一端与 CA50 解析单元 15 连接,起动开关 19 另一端与 EGR 电控单元 17 连接;CA50 解析单元 15 和 EGR 电控单元 17 由 CAN 总线 16 连接;三通 6 的入口与发动机排气总管 7 连接,三通 6 的一出口与涡轮机 5 连接,三通 6 的另一出口与电控 EGR 阀 1 入口连接;电控 EGR 阀 1 出口经过滤器 2 和冷却器 I 3 与压气机 4 的入口连接;压气机 4 的出口经冷却器 II 13 与发动机进气总管 12 连接。

[0038] 瞬态工况下的柴油机燃烧控制系统的 CA50 解析单元 15 的结构如图 2 所示。CA50 解析单元 15 中包括电源电路 I 21,单片机 I 22,信号处理电路 I 23。电源电路 I 21 负责为整个 CA50 解析单元 15 供电;信号处理电路 I 23 负责对缸压信号 25、曲轴凸轮轴位置信号 24 进行处理;单片机 I 22 对输入的信号进行分析计算得到实时 CA50。CA50 解析单元 15 与 EGR 电控单元 17 的通信由 CAN 总线 16 实现,通信电路一端与 CA50 解析单元 15 的单片机 I 22 的 CAN 接口连接,通信电路另一端与 EGR 电控单元 17 的单片机 II 29 的 CAN 接口连接。

[0039] 瞬态工况下的柴油机燃烧控制系统的 EGR 电控单元 17 的结构如图 3 所示。EGR 电控单元 17 由电源电路 II 27,单片机 II 29,电控 EGR 阀驱动电路 28 组成。电源电路 II 27 负责为整个 EGR 电控单元 17 供电;单片机 II 29 接收 CAN 总线 16 传输过来的实时 CA50 数据,单片机 II 29 将接收到的实时 CA50 与当前工况目标 CA50 对比,利用 PI 控制器计算驱动电控 EGR 阀的脉宽调制 (PWM) 的值,输出给电控 EGR 阀驱动电路 28;电控 EGR 阀驱动电路 28 的输出端与电控 EGR 阀 1 连接。

[0040] 一种瞬态工况下柴油机燃烧控制方法,包括下列步骤:

[0041] 1. 采集凸轮轴位置传感器 9、曲轴位置传感器 10 和缸压传感器 11 的信号,传送给 CA50 解析单元 15;

[0042] 2. CA50 解析单元 15 根据所得凸轮轴位置、曲轴位置和缸压参数计算得到实时 CA50;

[0043] 3. 实时 CA50 通过 CAN 总线 16 传送给 EGR 电控单元 17;

[0044] 4. 采集发动机转速传感器 8 和油门踏板位置传感器 17 信号,判断发动机工况;

[0045] 5. 以发动机转速和油门踏板位置作为输入参数,查询 2 维 MAP 得到该工况下的目标 CA50;

[0046] 6. 将实时 CA50 与目标 CA50 进行比较;

[0047] 7. 用 PI 控制器计算驱动电控 EGR 阀 1 需要的脉宽调制 (PWM) 信号值,输出给电

控 EGR 阀驱动电路。

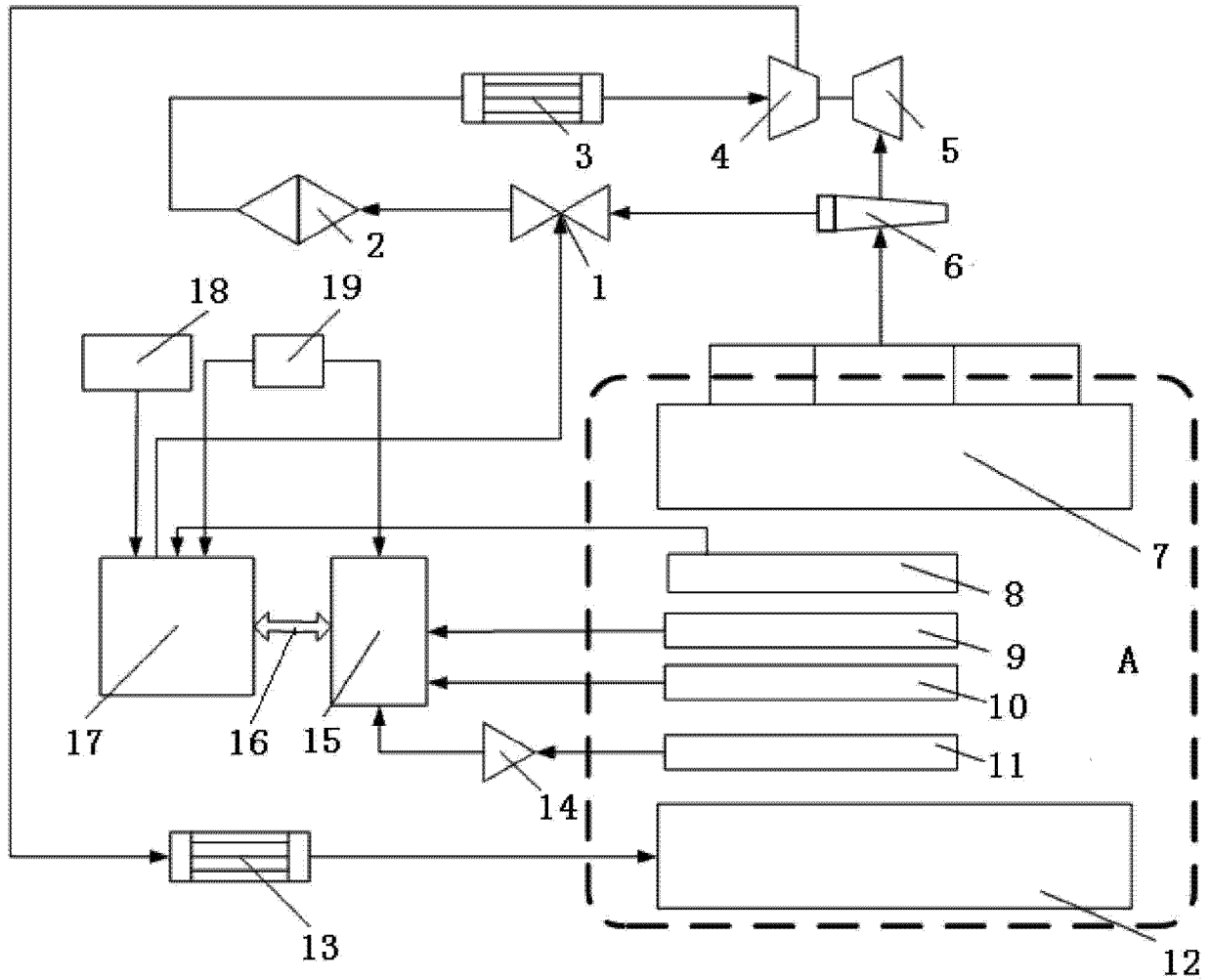


图 1

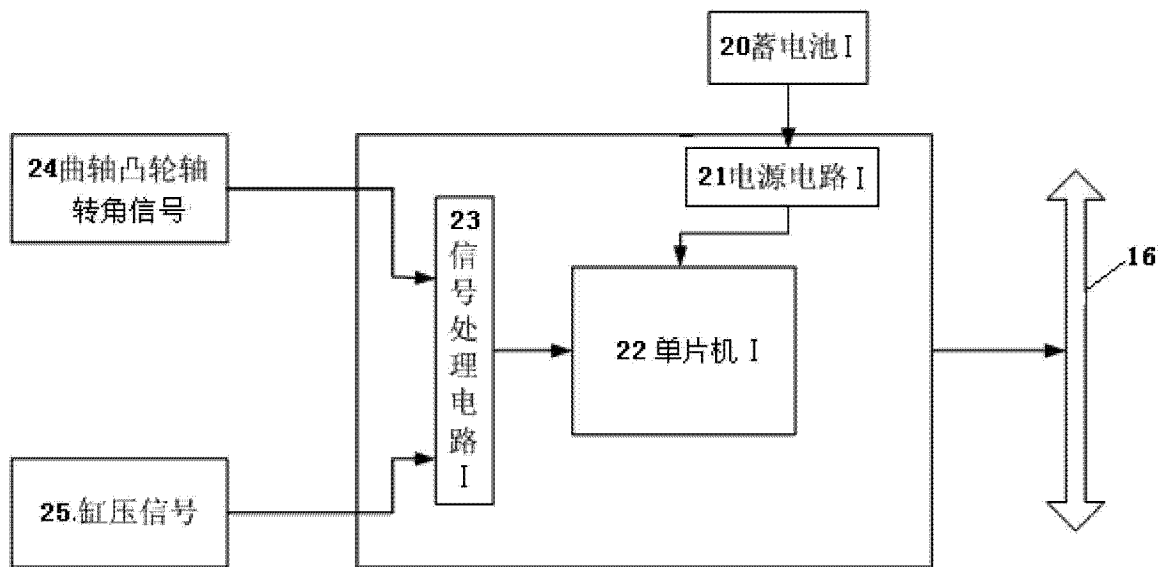


图 2



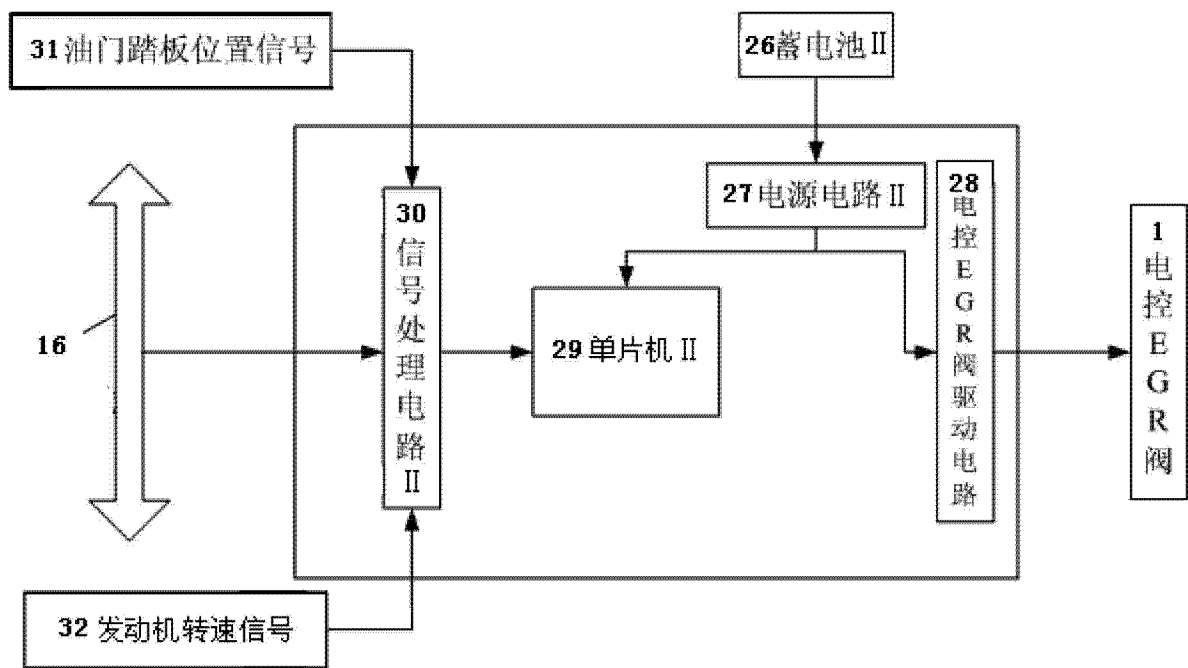


图 3

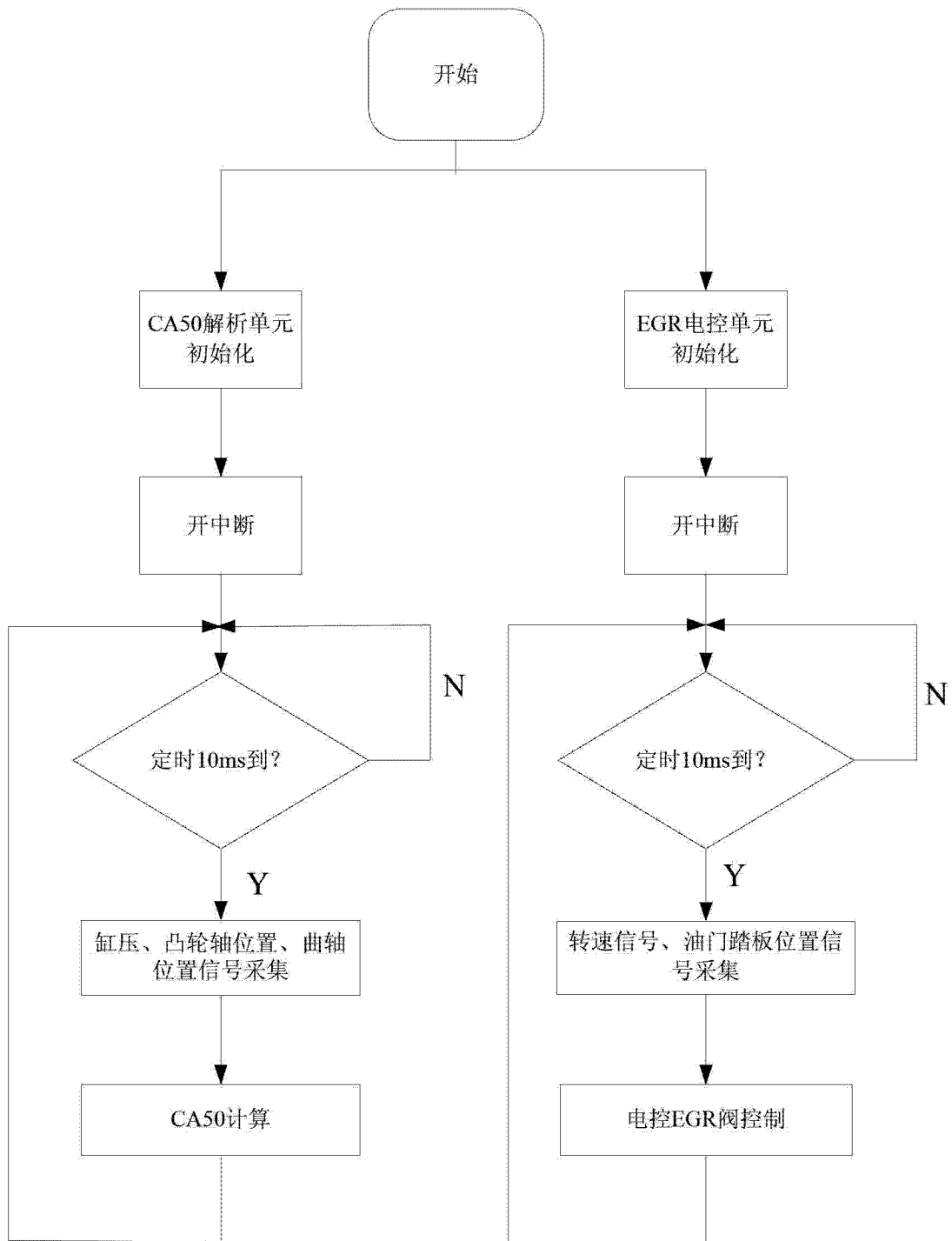


图 4